

## **AUTOMAÇÃO DE CADEIRA DE RODAS: M-06**

Alisson Michel de Oliveira

David Braga de Oliveira

Geraldo Ramon Hatem Campos Cruz

Haroldo Roberto Nardi dos Reis

Lindinaldo da Silva Costa

Maria Andreza Sousa de Almeida

**Resumo:** A mobilidade é componente essencial na vida de pessoas com deficiência parcial e total de locomoção. Apesar disso, muitos usuários de cadeiras de rodas manuais enfrentam diversos problemas em sua locomoção diária. Nesse contexto, a automação de cadeiras de rodas manuais pode representar um avanço importante na vida dessas pessoas, proporcionando maior independência e conforto. Cadeiras de rodas motorizadas já são soluções disponíveis no mercado, porém, com preços bastante elevados. O presente trabalho propõe um projeto de solução acessível e eficiente para melhorar a mobilidade desses usuários, adaptando o motor de *hoverboard* e o sistema de *joystick* a uma cadeira de rodas manual, utilizando uma placa Arduino Uno para fazer a leitura dos sinais de sensores de efeito Hall e controlar os motores sem escovas do *hoverboard*. Os resultados indicam que o protótipo desenvolvido é funcional e proporciona autonomia e conforto aos usuários. Concluiu-se que a utilização da tecnologia disponível pode melhorar a vida das pessoas com deficiência e promover a inclusão social e a independência.

**Palavras-Chave:** Automação de Cadeira de Rodas. Mobilidade. *Hoverboard*. Arduino. *Joystick*.

**Abstract:** *Mobility is an essential component in the lives of people with partial or total locomotion disabilities. Despite this, many users of manual wheelchairs face various problems in their daily mobility. In this context, the automation of manual wheelchairs can represent a significant advance in the lives of these people, providing greater independence and comfort. Motorized wheelchairs are already available solutions on the market; however, they come with quite high prices. This work proposes an accessible and efficient solution project to improve the mobility of these users by adapting the motor of a hoverboard and the joystick system to a manual wheelchair, using an Arduino Uno board to read the signals from Hall effect sensors and control the brushless motors of the hoverboard. The results indicate that the developed prototype is functional and provides autonomy and comfort to the users. It is concluded that the use of available technology can improve the lives of people with disabilities and promote social inclusion and independence.*

**Keywords:** *Automation of Wheelchair. Mobility. Hoverboard. Arduino. Joystick.*

## 1 INTRODUÇÃO

A mobilidade é um aspecto essencial para a qualidade de vida de todas as pessoas, entretanto, diversas pessoas com deficiência em membros inferiores, que dependem de dispositivos de assistência para a mobilidade, como as cadeiras de rodas manuais, enfrentam desafios diários em sua locomoção, além de dor e o comprometimento dos membros superiores e problemas derivados do mal ajuste das cadeiras.

As cadeiras de rodas motorizadas disponíveis no mercado visam facilitar a mobilidade, o transporte pessoal e proporcionar maior autonomia para aqueles que possuem, além da deficiência em membros inferiores, lesão de membro superior e/ou fadiga ao usar cadeira de rodas manual. No entanto, esses dispositivos de assistência possuem preços bastante elevados, inviabilizando sua aquisição.

A justificativa para este projeto baseia-se na necessidade de desenvolver uma solução acessível e eficiente para automatizar cadeiras de rodas manuais, com objetivo de melhorar a locomoção de usuários de cadeiras de rodas convencionais. Estudos mostram que o uso de cadeiras de rodas motorizadas pode proporcionar mais independência e qualidade de vida para pessoas com deficiência. Além disso, a utilização de tecnologias acessíveis, como o *hoverboard*, *joystick* e Arduíno, tornam o projeto inovador e com custo baixo.

Portanto, além de melhorar significativamente a qualidade de vida das pessoas com deficiência em membros inferiores, esse projeto responde a uma necessidade prática e contribui para a inclusão social das pessoas com deficiência. O Projeto também tem grande relevância na área de Automação, ao propor a integração de tecnologias acessíveis para criar soluções de mobilidade e apresenta potencial como base para pesquisas e desenvolvimento de tecnologias assistivas, servindo como referência em estudos sobre acessibilidade e automação.

Os resultados esperados incluem a criação de um protótipo funcional, a promoção da inclusão social, redução de custos, a melhoria da mobilidade e da

qualidade de vida dos usuários, além do incentivo a novas pesquisas e desenvolvimentos na área de tecnologias assistivas.

## **2 OBJETIVO**

Desenvolver uma solução acessível e eficiente para automatizar cadeiras de rodas manuais, proporcionando mais independência e conforto aos usuários com deficiência física nos membros inferiores, utilizando um *hoverboard*, um *joystick* e uma placa de Arduino Uno.

## **3 DESENVOLVIMENTO**

De acordo com os dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, cerca de 45.606.048 de brasileiros (23,9% da população total) tinham algum tipo de deficiência – visual, auditiva, motora e mental ou intelectual. A deficiência motora ocorreu em 7% da população total pesquisada (OLIVEIRA, 2012).

Em 2019, a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) apontou que 17,3 milhões de pessoas com dois anos ou mais de idade (8,4% dessa população brasileira) tinham algum tipo de deficiência, sendo cerca de 3,8% (7,8 milhões) com deficiência física nos membros inferiores. Destas, 2,4% viviam em domicílio sem rendimento ou com rendimento de até  $\frac{1}{4}$  do salário-mínimo, o que equivale a 480 mil pessoas. Nas demais faixas de rendimento, o grupo com rendimento de  $\frac{1}{2}$  a 1 salário-mínimo teve maior destaque, com 5,1% de pessoas com deficiência física (IBGE, 2021).

Em 2022, outra pesquisa indicou que existiam 18,6 milhões de pessoas (8,9%) de 2 anos ou mais de idade com deficiência no Brasil, sendo que 3,4% apresentavam dificuldade para andar ou subir escadas. O rendimento médio mensal das pessoas com 14 anos ou mais, dessa porcentagem, era de 1 salário-mínimo e meio (IBGE, 2023).

Embora os dados das pesquisas realizadas em 2010, 2019 e 2022 não sejam comparáveis entre si devidos às diferenças metodológicas e conceituais, eles ilustram

o expressivo número de pessoas com limitação na locomoção que podem fazer uso de dispositivos de assistência para a mobilidade e destacam as baixas condições financeiras dessa população. (LIMA et. al., 2016; GOMES, 2024)

Dentre os dispositivos de assistência para a mobilidade disponíveis no mercado está a cadeira de rodas motorizada, que pode proporcionar maior autonomia, liberdade e inclusão para uma melhor qualidade de vida, diminuindo o impacto dos prejuízos cognitivos, sociais e físicos para aqueles que possuem, além da deficiência em membros inferiores, lesão de membro superior e/ou fadiga ao usar cadeira de rodas manual, porém, as cadeiras de rodas motorizadas possuem preços bastante elevados (média de R\$ 5.854,00, podendo chegar ao preço unitário de R\$ 17.000,00 à R\$ 23.000,00), dificultando seu acesso (CHESANI et. al. 2023; FIORINI, 2015).

De acordo com a pesquisa realizada por FIORINI (2015) sobre os impactos do uso da cadeira de rodas motorizada na participação de indivíduos com mobilidade reduzida, os resultados mostram uma melhora na participação em atividades diárias, no condicionamento, cuidados pessoais, mobilidade, além de uma melhora na participação em regras sociais e nos domínios relacionados a deslocamento, como vida em comunidade e recreação. Logo, nota-se o potencial de melhoria de vida que dispositivos de assistência adequados e acessíveis podem trazer ao usuário. No entanto, é importante ressaltar que fatores ambientais, como falta de acessibilidade, ainda interferem negativamente na experiência do uso de dispositivos de assistência para a mobilidade.

### **3.1 AUTOMAÇÃO DA CADEIRA DE RODAS MANUAL**

O primeiro panorama do projeto consistia na fixação do equipamento *hoverboard* em uma estrutura metálica posicionada na parte inferior traseira externa da cadeira de rodas. Essa estrutura manteria o *hoverboard* com as rodas encostadas no chão, enquanto as rodas traseiras da cadeira permaneceriam levantadas para não atrapalhar a locomoção.

No segundo panorama do projeto, a estrutura metálica seria fixada mais internamente na cadeira de rodas, ainda mantendo o *hoverboard* com as rodas

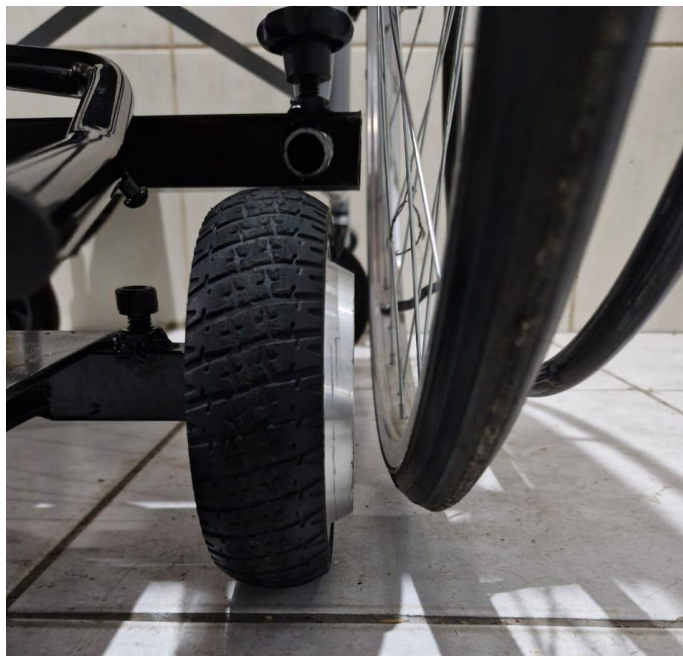
encostadas no chão, enquanto as rodas traseiras da cadeira permaneceriam levantadas para não atrapalhar a locomoção.

Figura 1: Suporte utilizado na cadeira



Fonte: Autor

Figura 2: Roda da cadeira levantada



Fonte: Autor

Com a finalidade de melhorar a estética e conforto da cadeira, o segundo panorama foi adotado para dar continuidade ao projeto. Nesta abordagem, a placa lógica de movimentação do *hoverboard* não será utilizada. Em vez disso, será empregada uma placa Arduino Uno e duas placas controladoras de motor *brushless* (sem escova) para controlar a velocidade do motor.

Essas mudanças visam garantir a viabilidade do projeto dentro do prazo estipulado, mantendo a eficiência e a funcionalidade da cadeira de rodas motorizada.

Para a construção da estrutura metálica, foram utilizados os seguintes materiais:

Tabela 1: Tabela de Materias

Quantidade	Descrição	Preço estimado
1	Metalon quadrado 30x30	R\$ 15,00
1	Chapa de Aço 2mm	R\$ 20,00
2	Manipulo	R\$ 10,00
1	Mesa de bicicleta	R\$ 40,00
1	Alça de garupa de moto	R\$ 256,00

<b>Total estimado</b>	R\$ 336,00
-----------------------	------------

Para o sistema de movimentação da cadeira, foram utilizados os seguintes componentes:

Tabela 2: Tabela de componentes

<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Preço estimado</b>
1	<i>Joystick</i>	R\$ 1000,00
1	Arduino Uno	R\$ 50,00
2	Placa de motor <i>brushless</i>	R\$ 160,00
1	<i>Hoverboard</i> usado (Motor <i>brushless</i> e Bateria 36V)	R\$ 450,00
1	Regulador de tensão para o Arduino Uno	R\$ 10,00
<b>Total estimado</b>		R\$ 1670,00

O *joystick* utilizado no projeto foi inicialmente dimensionado para ser completamente utilizado, mas devido a restrições de tempo e incompatibilidades de equipamentos, optou-se por usar apenas a placa dos sensores de efeito Hall do *joystick*. O *joystick* funciona com base no efeito Hall, onde dois ímãs na base do bastão do controle se movem sobre dois sensores de efeito Hall. Esses ímãs têm um campo magnético que, ao se moverem com o bastão do *joystick*, é medido pelos sensores, gerando um sinal proporcional à intensidade do campo magnético detectado. Essa variação do campo magnético gera um sinal de tensão proporcional, representando o deslocamento vertical e horizontal do bastão.

Com base nesse conceito, uma placa Arduino Uno foi usada para ler e mapear os sinais medidos pelos sensores de efeito Hall, permitindo o uso do *joystick* para controlar a cadeira de rodas.

Da mesma forma, a utilização completa do *hoverboard* se mostrou inviável devido às mesmas questões de tempo e compatibilidade. Assim, apenas os motores, as rodas e a bateria de 36V foram utilizados. Os motores (*hub motor*, ou seja, o motor fica dentro da roda) do *hoverboard* são do tipo *brushless*, o que significa que sua comutação é eletrônica e não mecânica, necessitando de duas placas controladoras de motor sem escova para essa função.

O motor é composto por um estator e um rotor; o estator, contendo bobinas de fio condutor e um núcleo ferromagnético, permanece parado enquanto o rotor, equipado com ímãs permanentes, gira. A placa controladora de motor sem escova aplica correntes em uma ordem específica nas bobinas para criar um campo magnético rotativo, alinhando os ímãs do rotor com o campo magnético e movendo o rotor.

Figura 3: *Hub Motor* (motor *brushless* e roda)

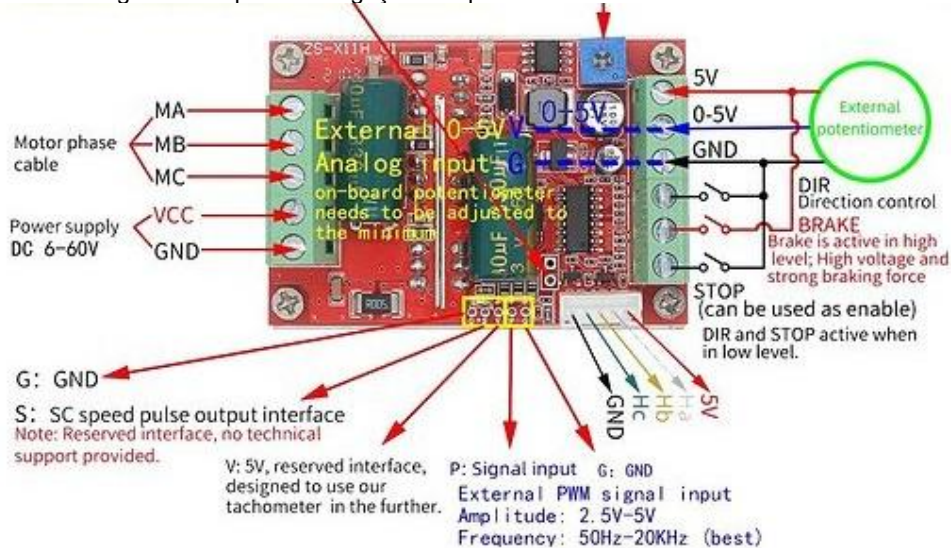


Fonte: Autor

As ligações da placa controladora podem ser observadas no seguinte esquema:



Figura 4: Esquema de ligações da placa controladora de motor *brushless*



Conforme observado na figura 4, as conexões da placa controladora são as seguintes:

- Do lado esquerdo da placa estão as conexões do motor e da bateria. A placa pode ser alimentada por uma bateria de 6V a 60V. Acima dessas conexões, estão as conexões em fase do motor (MA, MB e MC).
- Do lado direito da placa, estão as conexões do Arduino: 5V e GND (para usar potenciômetro externo), pino de 0-5V para o sinal PWM, o pino DIR que controla a direção (horário ou anti-horário), BRAKE que aciona os freios, e STOP que liga e desliga o sistema.
- Na parte inferior direita, estão os pinos “Ha”, “Hb” e “Hc”, que são as conexões dos sensores de efeito hall do motor.

### 3.2 ESQUEMA DE MOVIMENTAÇÃO

O esquema da movimentação da cadeira pode ser entendido da seguinte forma:

- O *joystick* movimenta dois ímãs, alterando campos magnéticos que são medidos por sensores de efeito Hall, gerando sinais de tensão proporcionais.

- O Arduino Uno processa esses sinais com um programa em C++, verifica a posição do controle e controla a direção para frente e para trás através de um sinal PWM fixo.
- A placa controladora de motor *brushless* recebe esses sinais e ativa as bobinas em uma ordem específica, criando um campo magnético rotativo que move o rotor e as rodas.
- Finalmente, o motor do *hoverboard* movimenta as rodas com base nos sinais da placa controladora.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto desenvolvido neste trabalho mostrou que integrar um *hoverboard*, um *joystick* e uma placa Arduino Uno em uma cadeira de rodas manual é uma solução eficaz para aumentar a mobilidade de pessoas com deficiência. Os testes mostraram que o sistema proporciona um controle preciso e uma boa resposta aos comandos.

Questões como compatibilidade de componentes e tempo limitado foram superadas por meio de adaptações e decisões estratégicas, como o uso de alguns dos componentes originais do *joystick* e do *hoverboard*. Vale ressaltar que o custo total estimado do projeto pode ser consideravelmente reduzido, por exemplo, ao utilizar um *joystick* mais simples. O resultado foi um protótipo funcional que atendeu aos objetivos pretendidos e confirmou que uma cadeira de rodas manual poderia ser automatizada de forma conveniente e eficiente.

Este projeto também confirma a necessidade de continuar a investir em tecnologias de acessibilidade de baixo custo para torná-las acessíveis a uma população de baixa renda. Este projeto não só melhora a qualidade de vida dos usuários, como também promove a inclusão social e a independência das pessoas com deficiência.

Portanto, este estudo atingiu seus objetivos ao fornecer uma solução prática, inovadora e acessível para a mobilidade de pessoas com deficiência. Os resultados deste trabalho apresentam grande potencial de base para futuras pesquisas e inovações nas áreas de acessibilidade e automação.

## REFERÊNCIAS

BRINCANDO COM IDEIAS. **Cadeira de rodas elétrica com joystick controlada pelo Arduino.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=B7bBMFCEiWw>. Acesso em: 05 out. 2024.

CHESANI, F. H.; BOSSARDI, C. N.; CERUTTI, A. P.; LISBÔA, H. K.; SANDRI, J. V. de A.; NEGRETTI, P. P.; FONTENELLE, R. S. **Qualidade de vida dos usuários de cadeira de rodas e o grau de satisfação quanto ao uso da tecnologia assistiva.** Revista Contemporânea, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 3328–3345, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N4-035. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/662>. Acesso em: 22 ago. 2024

FIORINI, Helena Fonseca. **Impacto do uso da cadeira de rodas motorizada na participação de indivíduos com mobilidade reduzida e sua satisfação com dispositivo e serviço prestado.** 2015. Disponível em: <http://www.eeffto.ufmg.br/eeffto/biblioteca/monografia/602/>. Acesso em: 18 ago. 2024.

LIMA, F. G.; SANTOS, R. do N. dos; COSTA, S. de O.; SILVA, V. H. B. dos S. **Projeto de cadeira de rodas motorizada equipada com cobertura automática.** 2016. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/professores/elvio/tcc/tcc-cadeira-de-rodas-motorizada.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.